



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

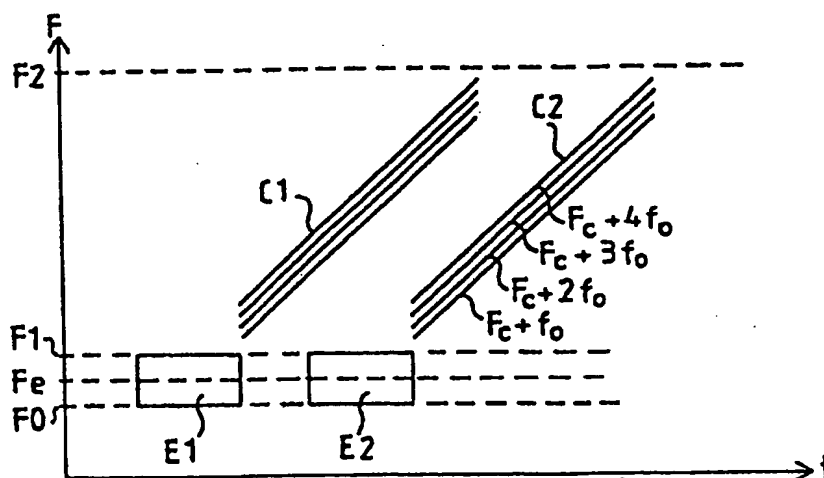
(51) Classification internationale des brevets ⁶ : H04L 27/26, H04J 13/02	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 98/16043 (43) Date de publication internationale: 16 avril 1998 (16.04.98)
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR96/01562</p> <p>(22) Date de dépôt international: 7 octobre 1996 (07.10.96)</p> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): THOMSON-CSF [FR/FR]; 173, boulevard Haussmann, F-75008 Paris (FR).</p> <p>(72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): HETHUIN, Serge [FR/FR]; Thomson-CSF S.C.P.I., 13, avenue du Prés. Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cédex (FR). RAMEL, Louis [FR/FR]; Thomson-CSF S.C.P.I., 13, avenue du Prés. Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cédex (FR).</p> <p>(74) Mandataire: THOMSON-CSF S.C.P.I.; 13, avenue du Prés. Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cédex (FR).</p>	<p>(81) Etats désignés: CA, IL, JP, KR, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Publiée Avec rapport de recherche internationale.</p>	

(54) Title: METHOD FOR TRANSMITTING DATA PACKETS ON CARRIER FREQUENCY WITH LINEAR VARIATION AND TRANSMITTER IMPLEMENTING THIS METHOD

(54) Titre: PROCÉDE DE TRANSMISSION DE DONNÉES PAR PAQUETS SUR FREQUENCE PORTEUSE LINEAIREMENT VARIABLE ET EMETTEUR METTANT EN OEUVRE CE PROCÉDE

(57) Abstract

The invention concerns the transmission of data packets consisting of a heading followed by a data field. The method consists in transmitting the data of the field by groups of symbols, in generating (5), according to the OFDM technique, subcarriers modulated by the groups, and producing with the set of modulated subcarriers a frequency modulation (8) of a carrier signal delivered by a linear ramp generator (9). When the signal is received, a mixing (11) with a linear ramp (12) results in obtaining the subcarriers which are separated (13) then demodulated (14) for supplying the data. The invention is useful for transmitting data packets, particularly in wide band networks.



(57) Abrégé

L'invention concerne la transmission de données par paquets formés d'un en-tête suivi d'un champ d'informations. Le procédé consiste à transmettre les données du champ par groupes de symboles, à générer (5), selon la technique OFDM, des sous-porteuses modulées par les groupes, et à effectuer avec l'ensemble des sous-porteuses modulées une modulation en fréquence (8) d'un signal porteur délivré par un générateur de rampe linéaire (9). A la réception un mélange (11) avec une rampe linéaire (12) permet d'obtenir les sous-porteuses qui sont séparées (13) puis demodulées (14) pour fournir les données. Application à la transmission par paquets, en particulier dans les réseaux à large bande.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

**Procédé de transmission de données par paquets sur
fréquence porteuse linéairement variable et émetteur
mettant en oeuvre ce procédé.**

5 La présente invention se rapporte à la transmission, en particulier dans les réseaux à large bande, de données par paquets, ces paquets comportant un en-tête à une première fréquence porteuse suivi d'un champ d'informations à une seconde fréquence porteuse, le début d'émission du champ étant lié au début d'émission de l'en-tête du paquet correspondant.

10 Il est connu de transmettre des données par paquets comportant chacun un en-tête suivi d'un champ d'informations, les informations apportées par l'en-tête permettant, entre autres, la reconnaissance et la prise en compte du paquet par ses destinataires.

 Il est connu, disposant d'une bande de fréquences données pour
15 l'émission de paquets dans un réseau, de définir différents canaux d'émission dans la bande et de les attribuer aux émetteurs du réseau, soit de manière prédéterminée soit en fonction des besoins d'émission; il s'avère qu'une telle méthode ne permet pas une utilisation optimale de la bande de fréquences et est peu pratique surtout lorsqu'un récepteur est
20 susceptible de recevoir des paquets sur n'importe lequel des canaux et doit donc surveiller l'émission de paquets sur tous les canaux.

 Il est également connu d'affecter, dans la bande des fréquences d'émission d'un réseau, un canal aux en-têtes; les récepteurs n'ont plus à surveiller que ce canal et les informations fournies par les en-têtes
25 permettent de recevoir les champs, ces derniers étant transmis dans le reste de la bande utile sur une fréquence porteuse qui peut être constante ou varier de façon prédéterminée, par exemple par sauts, pendant toute la durée du paquet. C'est dans le cadre d'une transmission du champ sur une fréquence porteuse qui varie que se situe l'invention. Le but de l'invention
30 est d'améliorer les conditions de transmission, en particulier en ce qui concerne l'étalement du spectre, le débit, la facilité d'exploitation.

 Dans ce document il est question de symboles. Il est rappelé qu'il s'agit de regroupements d'informations binaires appelées bits; ces regroupements peuvent être exprimés sous différentes formes de modulation
35 (amplitude, fréquence, phase), chaque valeur du regroupement étant

représentée par un état de la constellation dans le plan complexe. A titre d'exemple un regroupement de $m=3$ bits peut être exprimé à travers une modulation à $N = 2^m = 2^3 = 8$ états de phase, chaque état de phase étant situé sur le cercle unité à des multiples de $\pi/4$. Et, plus particulièrement, dans le cas d'une modulation à deux états, le symbole correspond à un bit.

En utilisant, pour le champ d'informations, un signal à fréquence porteuse qui varie selon une rampe linéaire, ce but est obtenu par une modulation dudit signal non pas par une sous-porteuse mais par plusieurs sous-porteuses, ces sous-porteuses étant, elles-mêmes, modulées par les données à transmettre selon une technique de multiplexage à division de fréquence orthogonale, généralement appelée technique OFDM d'après le sigle qui, dans la littérature anglo-saxonne, signifie Orthogonal Frequency Division Multiplex. Il est à noter que, dans ce qui suit, la technique OFDM couvre aussi bien l'OFDM simple que l'OFDM codé aussi appelé technique COFDM d'après le sigle qui, dans la littérature anglo-saxonne, signifie Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex ; il est rappelé à ce sujet que, considérant un train binaire, en technique OFDM les symboles sont transmis par groupe de N symboles, avec N entier supérieur à un, respectivement sur N sous-porteuses et pendant un temps égal au temps pour recevoir les N symboles. Il est rappelé que la technique COFDM n'est qu'une variante de la technique OFDM en ce sens que l'on associe en plus, dans la technique COFDM, une fonction de codage permettant d'obtenir, à partir des N symboles d'entrée, N sorties composées chacune d'une pondération des N symboles d'entrée.

Selon l'invention il est proposé un procédé de transmission de données par paquets, ces paquets comportant un en-tête à une première fréquence porteuse suivi d'un champ d'informations à une seconde fréquence porteuse, le début d'émission du champ étant lié au début d'émission de l'en-tête du paquet correspondant, caractérisé en ce qu'il consiste, pour l'émission du champ, à utiliser N , avec N entier supérieur à 1, sous-porteuses distinctes et simultanées, à scinder les données à transmettre dans le champ en groupes successifs de N symboles, à affecter les N symboles respectivement aux N sous-porteuses par multiplexage OFDM et à moduler ces N sous-porteuses respectivement par ces N symboles afin d'obtenir un signal modulant fait des N sous-porteuses ainsi

modulées, à générer un signal à la seconde fréquence porteuse variant selon une rampe linéaire dans le temps, à moduler le signal à la seconde fréquence porteuse par le signal modulant, et, à la réception, à mélanger le signal correspondant au champ d'informations à un signal en rampe
5 semblable au signal à la seconde fréquence porteuse afin d'obtenir un signal correspondant au signal modulant et d'en extraire les données du champ d'informations.

Selon l'invention il est proposé un émetteur pour la mise en oeuvre du procédé, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens d'élaboration de
10 groupes de symboles représentatifs des données à transmettre dans un champ, des premiers moyens de modulation en technique OFDM pour élaborer N, avec N entier supérieur à 1, sous-porteuses modulées par les groupes afin de générer un signal modulant, un générateur de rampe pour générer un signal porteur dont la fréquence varie selon une rampe linéaire
15 dans le temps et des seconds moyens de modulation pour recevoir les signaux générés par les premiers moyens de modulation et le générateur de rampe et effectuer une modulation.

Selon l'invention il est également proposé un récepteur pour la mise en oeuvre du procédé, caractérisé en ce qu'il comporte un mélangeur avec
20 une première entrée pour recevoir un signal émis selon le procédé, une deuxième entrée et une sortie, un générateur de rampe pour délivrer, sur la deuxième entrée du mélangeur, un signal dont la fréquence varie linéairement dans le temps et, à la sortie du mélangeur, un opérateur fréquence-temps suivi d'un circuit de démodulation de sous-porteuses.

25 La présente invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques apparaîtront à l'aide de la description ci-après et des figures correspondantes qui représentent :

- les figures 1 à 3, des diagrammes de temps relatifs à des paquets transmis selon l'invention,
- 30 - la figure 4, le schéma d'un émetteur selon l'invention,
- la figure 5, le schéma d'un récepteur selon l'invention.

Dans les schémas les dispositifs de synchronisation précise, relevant de la technologie courante, n'ont pas été représentés en vue de rendre les dessins plus clairs et de simplifier l'exposé.

La figure 1 est un diagramme schématique montrant comment, dans le cadre de l'invention, sont transmis deux paquets successifs de données. Chaque paquet comporte un en-tête E1, E2 suivi d'un champ d'informations C1, C2.

5 L'en-tête est transmis sur une fréquence porteuse fixe F_e et occupe un canal de transmission dont les limites sont deux fréquences F_0 , F_1 .

Le champ d'informations est transmis simultanément sur quatre sous-porteuses qui modulent une porteuse F_c et cette porteuse a une variation en rampe, c'est-à-dire que la valeur de sa fréquence est une
10 fonction linéaire du temps t ; sur la figure 1 quatre rampes $F_c + f_0$, $F_c + 2f_0$, $F_c + 3f_0$, $F_c + 4f_0$ constituent une représentation symbolique de chacun des champs d'informations C1 et C2.

Le champ d'informations occupe ainsi un canal de fréquence de largeur constante, qui se déplace de façon continue dans le temps entre la
15 valeur F_1 et une valeur qui, pour les paquets les plus longs, est au plus égale à F_2 , la bande F_0 - F_2 étant la bande de fréquences attribuée au réseau dans lequel sont échangés les paquets considérés.

Il est à noter sur les différents diagrammes de ce document les proportions entre les divers intervalles de temps et entre les divers
20 intervalles de fréquences ne sont données qu'à titre d'exemples vu qu'elles dépendent des applications ; de plus les proportions ne sont pas respectées entre les différents diagrammes.

La transmission, dans le réseau, des données du champ d'informations se fait par groupes; la modulation utilisée sur chaque sous-
25 porteuse peut être de différents types ; des modulations de phase à deux états dites DPSK, d'après leur sigle dans la littérature anglo-saxonne qui signifie Differential Phase-Shift Keying, sont les plus simples et les plus économiques pour la transmission de ce type de paquets ; des modulations à plus de deux états de phase, en particulier à 8 états de phase dites
30 D8PSK, permettent d'atteindre des débits plus élevés au prix toutefois d'une moins bonne immunité au bruit. Dans le cas, par exemple, de quatre sous-porteuses pour le champ, les groupes sont de quatre symboles qui se réduisent à quatre bits dans le cas d'une modulation à deux états de phase. Ces groupes sont transmis en technique OFDM simple ou OFDM codé,

c'est-à-dire COFDM, selon la façon dont il est prévu de faire fonctionner le réseau.

Ainsi le débit global est partagé entre les sous-porteuses et peut facilement être augmenté ou diminué en augmentant ou en diminuant le nombre de sous-porteuses.

A titre d'exemple il a été utilisé un ensemble de 16 sous-porteuses sur une bande de fréquences totale instantanée de 8 MHz, chaque sous-porteuse permettant de transmettre environ 250 kbaud/s soit, dans le cas d'une modulation QPSK, un débit de 500 kb/s par sous-porteuse et un débit global de 8 Mb/s. Chaque temps symbole dure donc 2 μ s. Avec une rampe qui dure environ 500 μ s pour une bande totale d'environ 250MHz la variation de fréquence entre le début et la fin d'un temps symbole est alors de 1 MHz.

La figure 2 est destinée à montrer comment, du fait de sa constitution, le champ d'informations est peu sensible aux évanouissements, plus communément appelés fading. En effet si une bande de fréquence Ff1-Ff2 est bouchée par fading sélectif, un symbole de durée ts2-ts1, émis par modulation d'une rampe de fréquences, n'est affecté par ce fading qu'au moment du passage dans la bande Ff1-Ff2 c'est-à-dire seulement pendant le temps tp2-tp1 et ce temps est inversement proportionnel à la pente de la rampe utilisée. Il apparaît ainsi que le problème de fading sélectif se ramène à un problème de fading temporel dont les effets sont alors réduits par la modulation en technique OFDM qui permet d'allonger la durée du temps symbole, à débit équivalent, par rapport à une transmission classique sur sous-porteuse unique.

Il est également à noter que, du fait de la répartition de l'énergie d'émission non pas sur une seule sous-porteuse mais sur plusieurs et du fait de la modulation par rampe linéaire de la porteuse, le spectre d'émission des champs d'informations est étalé et subit une translation correspondant à la modulation de la rampe de fréquences. Ceci est illustré par la figure 3 qui représente, à un instant donné, l'amplitude |A| des raies principales correspondant aux sous-porteuses, en fonction des fréquences d'émission ; lorsque la fréquence porteuse varie entre ses deux valeurs extrêmes, le spectre, dont l'enveloppe est figurée par une ligne courbe interrompue, subit un glissement figuré par une flèche horizontale sur la figure 3. Le cas représenté sur cette figure est celui de huit sous porteuses.

La figure 4 est le schéma d'un émetteur pour la mise en oeuvre du procédé de transmission de paquets qui vient d'être décrit à l'aide des figures 1 à 3. L'exemple décrit concerne une transmission sur huit sous-porteuses en technique COFDM ou OFDM simple ; sur le schéma, un circuit
5 50, dessiné en traits interrompus, représente la fonction de codage qui permet de passer de la technique OFDM à la technique COFDM.

L'information à transmettre est appliquée à l'entrée d'un registre à décalage 1 dont les huit sorties sont reliées à l'entrée d'un registre tampon 2. Cette information est constituée de symboles délivrés au rythme de $8f_0$
10 qui sont regroupés en groupes successifs de huit symboles chacun, grâce à l'ensemble registre à décalage-registre tampon; la durée d'un groupe est donc de $8T=8/8f_0=1/f_0$.

Le contenu du registre 2 est appliqué sur les premières bornes d'un commutateur électronique 3 qui, s'il était réalisable en version mécanique,
15 serait un commutateur à huit galettes et deux positions.

Dans ce qui suit il va d'abord être considéré que le commutateur 3 est directement connecté aux huit entrées d'un générateur numérique, 5, de huit sous-porteuses modulées, de fréquences respectives $f_0, 2f_0, 3f_0, \dots, 8f_0$; ces rapports entre les valeurs de fréquences sont donnés à titre d'exemple
20 non limitatif. Dans le cas de l'exemple décrit, où il est effectué un sur-échantillonnage d'un facteur 8 de la sous-porteuse la plus rapide, le générateur 5 comporte une table trigonométrique échantillonnée à la fréquence $64.f_0$ par écarts d'angle de $2\pi/64$ pour la fréquence f_0 , de $2\pi.2/64$ pour la fréquence $2f_0$, de $2\pi.3/64$ pour la fréquence $3f_0, \dots$, de $2\pi.8/64$ pour
25 la fréquence $8f_0$. Dans l'exemple décrit chaque sous-porteuse est affectée d'un coefficient multiplicatif +1 ou -1, pour une modulation de phase à deux états, selon que le bit correspondant à la sous-porteuse considéré a la valeur 1 ou 0. L'échantillonnage s'effectue en sinus et en cosinus de façon à générer deux composantes en quadrature pour chaque sous-porteuse. Les
30 huit composantes I et Q sont transmises, respectivement à deux accumulateurs 6a, 6b dans lesquels les huit composantes de même indice temporel sont sommées pour fournir, en sortie d'accumulateur, un nombre binaire ; dans l'exemple décrit ce nombre binaire est fait de huit bits. Les accumulateurs 6a, 6b sont respectivement reliés à deux convertisseurs

numériques-analogiques 7a, 7b, travaillant au rythme de 64.fo et munis de filtres passe-bas de sortie.

Un modulateur I et Q analogique 8 reçoit sur deux premières entrées les signaux des convertisseurs 7a, 7b et sur deux secondes entrées les signaux I et Q d'un générateur de dents de scie numérique à sorties analogiques. Le modulateur 8 reçoit ainsi sur ses premières entrées deux signaux de modulation de la forme $\sin b$, $\cos b$ et sur ses secondes entrées deux signaux porteurs de la forme $\sin a$, $\cos a$; il réalise l'opération $\cos a \cdot \cos b - \sin a \cdot \sin b$ et fournit donc en sortie un signal de la forme $\cos(a+b)$ c'est-à-dire une porteuse modulée par huit sous-porteuses. Le signal de sortie du modulateur 8 est ensuite amplifié, dans une chaîne d'amplification linéaire non représentée, avant d'être émis.

Le commutateur 3, selon la figure 4, permet d'insérer des groupes de données de test entre les groupes de données d'information provenant du registre 2. Ces groupes de données de test ont une configuration qui est connue des récepteurs auxquels les paquets de données sont destinés; ils permettent, de manière classique, le réglage des récepteurs afin de tenir compte, en particulier, de la réponse impulsionnelle engendrée par les divers multi-trajets du signal entre un récepteur et un émetteur.

Sur la figure 4 un rectangle a été dessiné en traits interrompus; ce rectangle représente une matrice de transformation 50 qui est insérée entre le commutateur 3 et le générateur de sous-porteuses 5 lorsqu'il est désiré que l'émission s'effectue non pas en technique OFDM simple comme cela a été considéré avec l'émetteur tel que décrit jusqu'ici, mais en technique COFDM; la matrice 50 effectue une transformation des données binaires du groupe de données d'entrée en un ensemble de signaux de sortie avec des polynômes d'interdépendance, en vue de réduire, de façon classique, les erreurs de transmission.

Dans ce qui précède il a été considéré que les symboles des groupes représentaient des bits 0 ou 1 mais, bien entendu, ils peuvent également représenter des valeurs de constellations de modulation telles que les modulations de phase, de fréquence ou de phase, à N états; et les symboles représentent alors des valeurs complexes en amplitude et en phase, chaque symbole pouvant s'écrire sous la forme $A_k e^{j\phi_k}$ où A_k représente une amplitude, j le nombre d'Euler, ϕ_k un

angle et k désigne le symbole avec $0 \leq k \leq N-1$, si N désigne le nombre d'états de modulation.

Dans l'émetteur selon la figure 4 chaque sous-porteuse est construite temporellement, échantillon après échantillon, en tenant compte
5 des informations binaires à transmettre ; il s'agit d'une génération directe des sous-porteuses. Une alternative classique consiste à réaliser l'émetteur de manière à élaborer le spectre théorique avec les sous-porteuses modulées et à effectuer une transformée de Fourier discrète inverse, comme la Inverse Fast Fourier Transform ou FFT⁻¹ de la littérature anglo-saxonne,
10 de manière à générer des signaux temporels dont chacun est valable pendant la durée d'un groupe de N symboles.

La figure 5 est le schéma d'un récepteur pour la réception de paquets émis par l'émetteur selon la figure 4.

Dans ce qui suit, pour tout ce qui est classique dans la transmission
15 de paquets constitués d'un en-tête et d'un champ d'informations, dans la technique de discrimination d'échos et dans celle de correction d'erreurs de transmission, les explications seront données sans s'encombrer des détails de réalisation à la portée de l'homme du métier afin de mieux dégager ce qui, dans le récepteur, est propre à l'invention.

20 Le signal reçu par le récepteur selon la figure 5 est en permanence analysé par un circuit de synchronisation 10. Le circuit 10 comporte une horloge qui est synchronisée sur les en-têtes des paquets ; pour cela, lorsqu'un premier pic de corrélation dépasse le seuil de détection, l'analyse des pics suivants, pendant un intervalle de temps donné, de préférence un
25 temps symbole, permet d'affiner la synchronisation de l'horloge et ainsi de donner une référence de temps précise pour la réception du champ d'informations. Lorsque cette synchronisation est acquise le signal reçu est mélangé, dans un mélangeur 11, avec le signal de sortie d'un générateur de rampe 12 qui fournit, sur une sortie unique, un signal analogique avec la
30 même pente et les mêmes fréquences que les signaux de sortie du générateur de pente 9 de l'émetteur selon la figure 4 ; le générateur de rampe 12 est déclenché en cohérence avec le top de synchronisation obtenu dans le circuit de synchronisation 10. Le mélangeur 11 comporte un filtre de sortie pour éliminer les termes de "fréquence somme".

Un opérateur temps-fréquence 13 reçoit les signaux du mélangeur 11 ; il s'agit, dans l'exemple décrit, d'un opérateur du type transformée de Fourier, comme la Fast Fourier Transform ou FFT de la littérature anglo-saxonne. L'opérateur 13, également en cohérence avec les tops de synchronisation élaborés par le circuit de synchronisation 10, fournit, dans l'exemple décrit, un ensemble de 64 signaux d'analyse permettant d'extraire les informations portées par les huit sous-porteuses du signal de champ d'informations. Ces 64 signaux d'analyse sont fournis soit à un circuit 15 de calcul et de commande de correction de réponse impulsionnelle et d'écart de fréquence lorsque les données transmises sont des données de test, soit à un circuit 14 de démodulation des sous-porteuses lorsque les données transmises sont des données d'information. Le circuit 15 fournit des signaux de correction de réponse impulsionnelle au circuit 14 et des signaux de correction d'offset de fréquence au générateur de rampe 12 .

Les trois paragraphes qui suivent concernent des remarques quant aux défauts susceptibles d'affecter la transmission de données dans un réseau mettant en oeuvre le procédé de transmission qui vient d'être décrit avec, à titre d'exemple, un émetteur selon la figure 4 et un récepteur selon la figure 5.

Les multi-trajets entre un émetteur et un récepteur, dans la mesure où les différences entre leurs durées respectives sont courtes par rapport à la durée d'un symbole, ne sont pas gênants du fait même de l'emploi de la technique OFDM. Il est toutefois possible d'effectuer une estimation de ces trajets multiples pour soit choisir, entre les signaux correspondant aux différents trajets, celui qui possède le plus d'énergie, soit recombinaison tout ou partie des signaux relatifs aux trajets multiples afin d'accroître l'énergie du signal démodulé et améliorer ainsi la robustesse du procédé. Il s'agit ici d'effectuer une estimation de la réponse impulsionnelle du canal, les composantes étant utilisées selon leur amplitude et leur phase pour retrouver le signal d'origine ; en toute rigueur cette estimation doit être refaite tout au long de la rampe puisque la valeur de la fréquence porteuse change continuellement mais en pratique il suffit de faire cette estimation sur quelques portions régulièrement espacées de la rampe de fréquences. Pour faire cette estimation il est possible, par exemple, d'utiliser des groupes de test faites de 1 sur toutes les sous-porteuses et de déterminer, par une

analyse fréquentielle du signal de sortie du mélangeur 11, la phase et l'amplitude de chacune des composantes du spectre, pour chaque sous-porteuse.

Il est également possible d'estimer et de corriger l'écart de fréquence entre l'émetteur et le récepteur ; cet écart de fréquence est dû aux dérives existant entre les oscillateurs locaux de l'émetteur et du récepteur, aux différences apportées par l'effet Doppler, aux fréquences résiduelles générées par une synchronisation imparfaite sur l'en-tête ; chacune des sous-porteuses est affectée de la même dérive en fréquence. Pour déterminer cette dérive afin de pouvoir en tenir compte il est possible, par exemple, d'émettre en début de rampe ou régulièrement dans la rampe, un groupe de symboles connus tel qu'une série de 1 afin d'obtenir un ensemble de sous-porteuses pures qui facilite la détection de la dérive de fréquence à l'aide d'un analyseur de spectre.

L'invention n'est pas limitée à la description qui vient d'être faite et s'étend d'une façon plus générale à toutes les variantes à la portée de l'homme du métier en particulier en ce qui concerne les circuits pour la mise en oeuvre du procédé, les fréquences utilisées, le nombre de sous-porteuses du champ d'informations; il est entendu par ailleurs que l'en-tête peut lui aussi être transmis à l'aide non pas d'une seule mais de plusieurs sous-porteuses et que les valeurs des fréquences de ces sous-porteuses peuvent ne pas être régulièrement réparties.

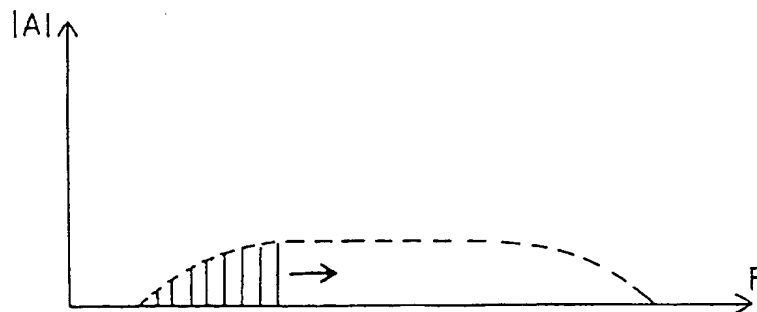
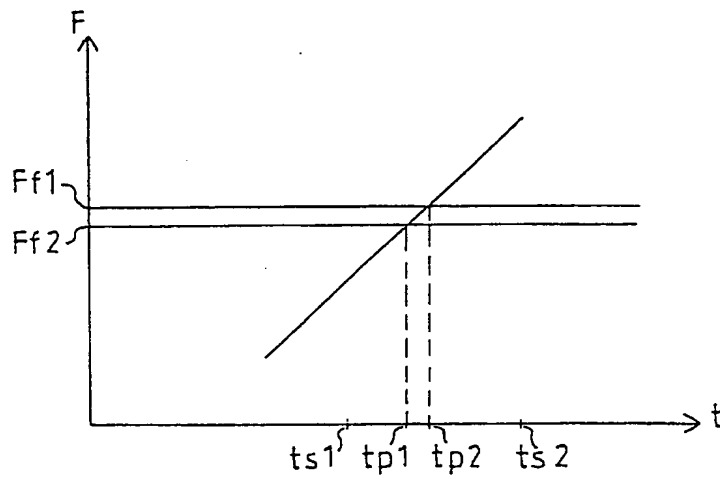
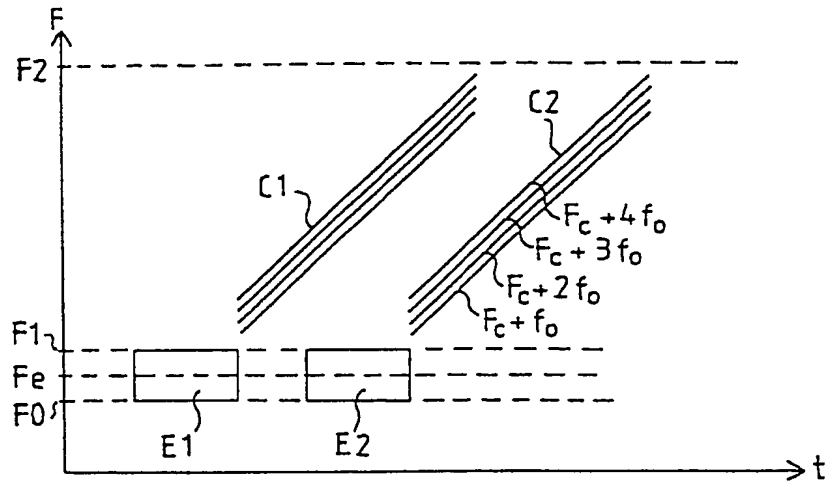
REVENDICATIONS

1. Procédé de transmission de données par paquets, ces paquets comportant un en-tête à une première fréquence porteuse suivi d'un champ d'informations à une seconde fréquence porteuse, le début d'émission du champ étant lié au début d'émission de l'en-tête du paquet correspondant, caractérisé en ce qu'il consiste, pour l'émission du champ, à utiliser N, avec N entier supérieur à 1, sous-porteuses distinctes et simultanées, à scinder les données à transmettre dans le champ en groupes successifs de N symboles, à affecter les N symboles respectivement aux N sous-porteuses par multiplexage OFDM et à moduler ces N sous-porteuses respectivement par ces N symboles afin d'obtenir un signal modulant fait des N sous-porteuses ainsi modulées, à générer un signal à la seconde fréquence porteuse variant selon une rampe linéaire dans le temps, à moduler le signal à la seconde fréquence porteuse par le signal modulant, et, à la réception, à mélanger le signal correspondant au champ d'informations à un signal en rampe semblable au signal à la seconde fréquence porteuse afin d'obtenir un signal correspondant au signal modulant et d'en extraire les données du champ d'informations.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à effectuer la modulation par génération directe des sous-porteuses en construisant, à partir d'une table de lignes trigonométriques dont les valeurs sont multipliées par les données du groupe de symboles, des échantillons représentatifs des N sous-porteuses modulées par les données du groupe, à sommer ces échantillons de même indice temporel et à convertir du numérique en analogique les résultats de la sommation des échantillons afin d'obtenir le signal modulant.
3. Emetteur pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens d'élaboration de groupes de symboles (1, 2) représentatifs des données à transmettre dans un champ, des premiers moyens de modulation en technique OFDM (5, 6a, 6b, 7a, 7b) pour élaborer N, avec N entier supérieur à 1, sous-porteuses modulées par les groupes afin de générer un signal modulant, un générateur de rampe (9) pour générer un signal porteur dont la fréquence varie selon une rampe linéaire dans le temps et des seconds moyens de

modulation (8) pour recevoir les signaux générés par les premiers moyens de modulation et le générateur de rampe et effectuer une modulation.

4. Emetteur selon la revendication 3, pour la mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les premiers
5 moyens de modulation comportent en série un générateur numérique de sous-porteuses modulées (5), des moyens de sommation (6a, 6b) et des moyens de conversion du numérique en analogique (7a, 7b).

5. Récepteur pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte un mélangeur (11)
10 avec une première entrée pour recevoir un signal émis selon le procédé, une deuxième entrée et une sortie, un générateur de rampe (12) pour délivrer, sur la deuxième entrée du mélangeur, un signal dont la fréquence varie linéairement dans le temps et, à la sortie du mélangeur, un opérateur fréquence-temps (13) suivi d'un circuit de démodulation de sous-porteuses
15 (14).



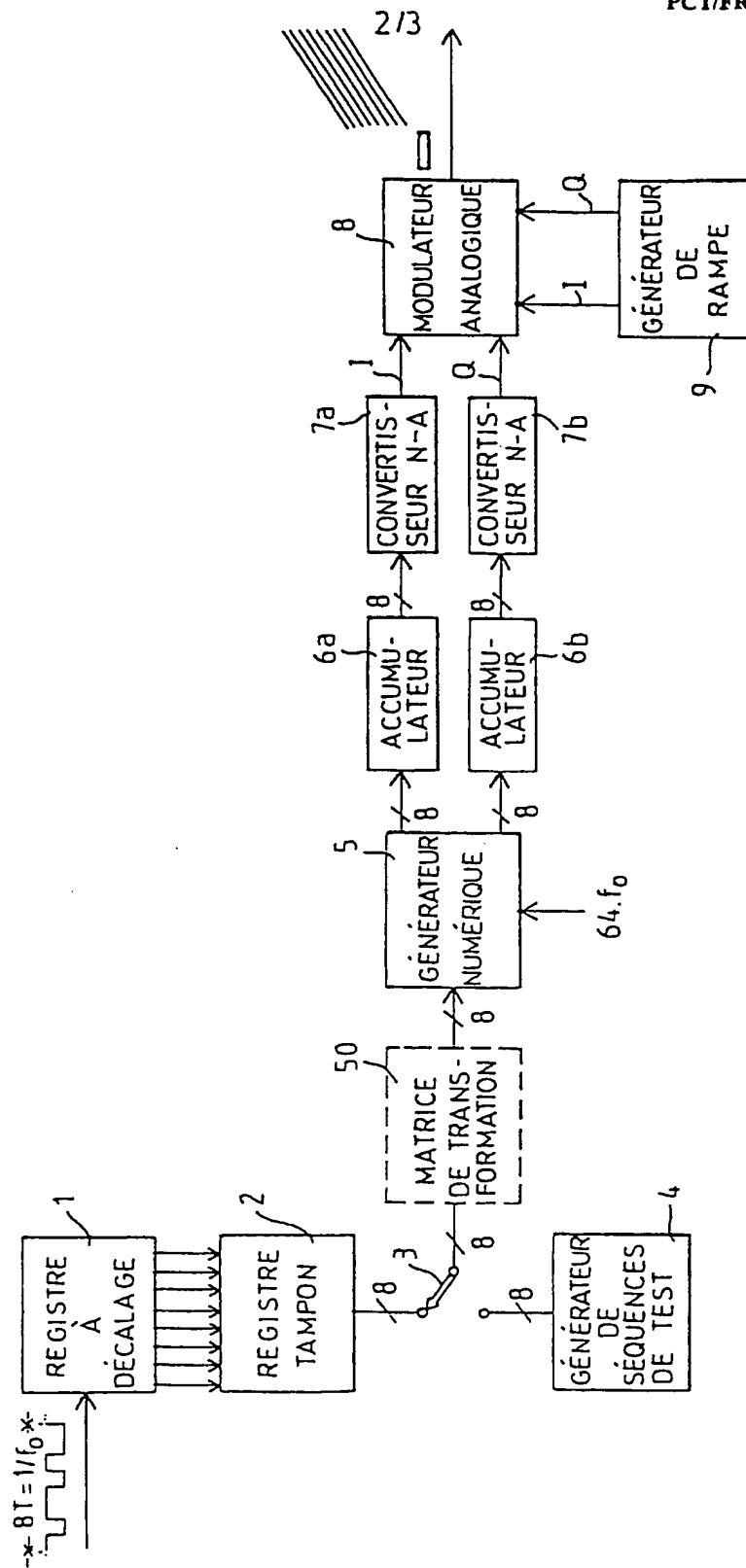


FIG. 4

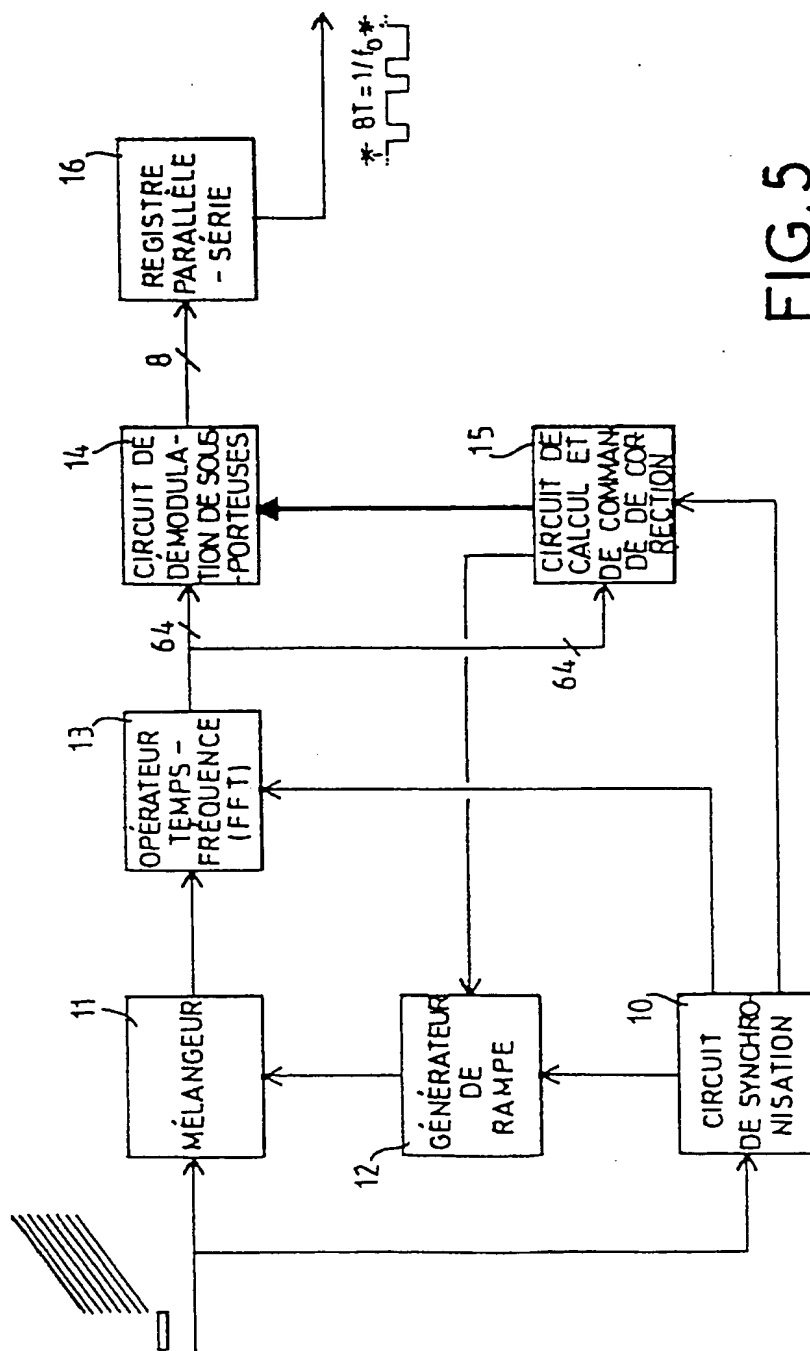


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 96/01562

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H04L27/26 H04J13/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 H04L H04J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 667 695 A (TOSHIBA) 16 August 1995 see abstract see page 19, line 55 - page 20, line 43	1-5
A	EP 0 655 845 A (THOMSON) 31 May 1995 see abstract	1-5
A	GB 2 145 594 A (NEC) 27 March 1985 see abstract	2-5
A	GB 2 271 693 A (MOTOROLA ISRAEL) 20 April 1994 see abstract; figures 1,3,7	2-5
E	FR 2 737 366 A (THOMSON) 31 January 1997 see the whole document	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 June 1997

Date of mailing of the international search report

30.06.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Scriven, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern. Appl. No.

PCT/FR 96/01562

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 667695 A	16-08-95	JP 5056044 A	05-03-93
		JP 5056045 A	05-03-93
		JP 5130081 A	25-05-93
		US 5561686 A	01-10-96
		CA 2116219 A	04-03-93
		WO 9304546 A	04-03-93
EP 0655845 A	31-05-95	FR 2713418 A	09-06-95
GB 2145594 A	27-03-85	JP 1596532 C	27-12-90
		JP 2018769 B	26-04-90
		JP 60047513 A	14-03-85
		CA 1224540 A	21-07-87
		US 4604583 A	05-08-86
GB 2271693 A	20-04-94	NONE	
FR 2737366 A	31-01-97	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. Internationale No
PCT/FR 96/01562

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 6 H04L27/26 H04J13/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 6 H04L H04J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 667 695 A (TOSHIBA) 16 Août 1995 voir abrégé voir page 19, ligne 55 - page 20, ligne 43	1-5
A	EP 0 655 845 A (THOMSON) 31 Mai 1995 voir abrégé	1-5
A	GB 2 145 594 A (NEC) 27 Mars 1985 voir abrégé	2-5
A	GB 2 271 693 A (MOTOROLA ISRAEL) 20 Avril 1994 voir abrégé; figures 1,3,7	2-5
E	FR 2 737 366 A (THOMSON) 31 Janvier 1997 voir le document en entier	1-5

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

5 Juin 1997

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

30.06.97

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Scriven, P

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux ...mbres de familles de brevets

Dem. Internationale No

PCT/FR 96/01562

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 667695 A	16-08-95	JP 5056044 A	05-03-93
		JP 5056045 A	05-03-93
		JP 5130081 A	25-05-93
		US 5561686 A	01-10-96
		CA 2116219 A	04-03-93
		WO 9304546 A	04-03-93

EP 0655845 A	31-05-95	FR 2713418 A	09-06-95

GB 2145594 A	27-03-85	JP 1596532 C	27-12-90
		JP 2018769 B	26-04-90
		JP 60047513 A	14-03-85
		CA 1224540 A	21-07-87
		US 4604583 A	05-08-86

GB 2271693 A	20-04-94	AUCUN	

FR 2737366 A	31-01-97	AUCUN	
